

**PERBANDINGAN JUMLAH
PROPORSI CAMPURAN DAN
KEKUATAN MEKANIK BETON
BERDASARKAN SNI 03-2834-2000
DAN SNI 7656:2012**

**Yohanes Laka Suku^{1,*}), Yovita Yoanata
Dhema²⁾**

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Flores,
yohanessuku@gmail.com

²Alumni Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Flores,
yofithadhema@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan rancangan campuran beton saat ini masih berdasarkan panduan pada SNI 03-2834-2000 yang mengacu pada Departement of Environment (DoE), Building Research Establishment, Britain dan SNI 7656: 2012 yang mengacu pada American Concrete Institute (ACI) 211.1-91. Penelitian ini menganalisis perbedaan antara standar SNI 7656:2012 dan SNI 03-2834-2000 dalam merancang campuran beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Hasil analisis menunjukkan bahwa SNI 7656:2012 menggunakan lebih sedikit agregat kasar, semen, dan air, yaitu masing-masing lebih rendah sebesar 4,39%, 23,07%, dan 16,35%, tetapi lebih banyak agregat halus sebesar 41,75% dibandingkan dengan SNI 03-2834-2000. Beton yang dirancang menggunakan SNI 03-2834-2000 menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 25,82%, kuat tarik belah lebih tinggi sebesar 46,27%, dan kuat lentur lebih tinggi sebesar 18,93%. Namun, laju perkembangan kekuatan beton pada usia 14 hari lebih cepat pada beton yang dirancang dengan SNI 7656:2012, dengan peningkatan sebesar 14,37% untuk kuat tekan, 13,53% untuk kuat tarik belah, dan 9,69% untuk kuat lentur. Selain itu, faktor air semen

(fas) dan proporsi campuran agregat terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan beton; fas yang lebih rendah dan proporsi agregat kasar yang lebih besar cenderung meningkatkan kekuatan beton.

Kata kunci: Proporsi campuran, kuat tekan, tarik belah, kuat lentur

ABSTRACT

The current concrete mix design is still based on the guidelines in SNI 03-2834-2000 which refers to Departement of Environment (DoE), Building Research Establishment, Britain and SNI 7656: 2012 which refers to American Concrete Institute (ACI) 211.1-91. This study analyzes the differences between the standards SNI 7656:2012 and SNI 03-2834-2000 in designing concrete mixtures with a target compressive strength of 20 MPa. The analysis results show that SNI 7656:2012 uses less coarse aggregate, cement, and water, specifically 4.39%, 23.07%, and 16.35% less, respectively, but uses 41.75% more fine aggregate compared to SNI 03-2834-2000. The concrete designed using SNI 03-2834-2000 resulted in higher average compressive strength by 25.82%, higher tensile splitting strength by 46.27%, and higher flexural strength by 18.93%. However, the rate of strength development at 14 days was faster for concrete designed with SNI 7656:2012, with increases of 14.37% in compressive strength, 13.53% in tensile splitting strength, and 9.69% in flexural strength. Additionally, the water-cement ratio (WCR) and the proportion of aggregate mixtures were found to have a significant impact on concrete strength; a lower WCR and a higher proportion of coarse aggregate tend to increase concrete strength.

Keywords: proportion mixture, compressive strength, tensile strength, flexural strength

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang terbuat dari campuran material pasir (agregat halus), kerikil/batu pecah (agregat kasar), semen portland dan air dengan komposisi tertentu. Jumlah komposisi dari tiap-tiap material sangat menentukan kekuatan beton yang dihasilkan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kekuatan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor komposisi utama yakni, 1) Faktor air semen (*fas*), dimana *fas* memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan beton. Semakin rendah *fas*, semakin tinggi kekuatan beton yang dihasilkan. Namun, *fas* yang terlalu rendah dapat mengurangi workabilitas beton (Sakinah et al., 2022 dan Wulandari & Frieda, 2022). 2) Gradasi dan kualitas agregat, gradasi agregat yang baik dapat meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton (Ahmed et al., 2023 dan Malkawi, 2023). 3) Proporsi campuran, proporsi optimal antara semen, agregat halus, dan agregat kasar dapat meningkatkan kekuatan beton (Iqbal Khan et al., 2020). 4) Jenis semen, dimana jenis semen mempengaruhi kekuatan dan durabilitas beton, semen Portland Tipe I cocok untuk penggunaan umum, sementara Tipe II lebih tahan terhadap sulfat (Yang et al., 2024). 5) Metode perawatan, penelitian oleh (Yang et al., 2024) menunjukkan bahwa perawatan yang baik dapat meningkatkan kekuatan beton. Berdasarkan penelitian terdahulu menegaskan bahwa kekuatan beton dapat dioptimalkan melalui pengaturan yang cermat dari komposisi rasio air-semen, proporsi agregat yang tepat, pemilihan jenis semen yang sesuai, dan metode perawatan yang efektif.

Besarnya jumlah komposisi dari tiap-tiap material di analisis berdasarkan standar peraturan dan tatacara yang berlaku sesuai target rencana kuat tekan beton pada usia

28 hari. Penentuan jumlah komposisi material campuran pembentuk beton sangat penting, agar diperoleh beton segar yang mudah dikerjakan (*workability*), serta konsistensi/keleccakan, kekuatan dan durabilitas sesuai yang direncanakan (Cunradiana et al., 2020; Fansuri & Diana, 2021). Tata cara atau metode untuk penentuan proporsi campuran beton diatur dalam suatu standar, di Indonesia standar tata cara penentuan proporsi campuran beton mengalami beberapa perubahan yakni dimulai dari: Peraturan Beton Indonesia (*PBI*) 1971 yang mengacu pada *Comité Européen du Beton (CEB)*, SNI 03-2834-1993. SNI 03-2834-2000 mengacu pada *Departement of Environment (DoE), Building Research Establishment, Britain*, dan SNI 7656:2012 merupakan adopsi modifikasi dari *American Concrete Institute (ACI)* 211.1-91.

Perbedaan sumber acuan pada SNI 03-2834-2000 yang mengacu pada *DoE* dan SNI 7656:2012 yang mengacu pada *ACI* menyebabkan adanya perbedaan tata cara penentuan jumlah komposisi material campuran pembentuk beton. Perbedaan tatacara ini akan menyebabkan perbedaan komposisi campuran pembentuk beton dan dengan demikian kuat tekan yang di hasilkan juga akan berbeda. Penelitian terdahulu tentang perbandingan jumlah material yang digunakan diperoleh bahwa faktor air semen (*slump*) mempengaruhi jumlah material yang digunakan, hasil penelitian yang dilakukan oleh Kuntari et al., (2019) terhadap variasi *slump* 25-50 mm dan 30-60 mm diperoleh kebutuhan material dengan SNI 7656:2012 lebih banyak, sedangkan pada variasi *slump* 75-100 mm dan 60-180 mm diperoleh sebaliknya, yakni kebutuhan material dengan SNI 03-2834-2000 lebih banyak. Penelitian terhadap perbandingan kuat tekan beton dengan kedua metode tersebut diperoleh hasil kuat tekan memenuhi target yang direncanakan, namun besaran nilai yang dihasilkan berbeda. Menurut

Hunggurami et al. (2017), Kuntari et al. (2019) dan Sukardi et al. (2022) kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 lebih besar dari SNI 7656:2012, tetapi menurut Alkhaly (2016) mengatakan sebaliknya, yakni kuat tekan beton berdasarkan SNI 7656:2012 lebih tinggi nilainya dari SNI 03-2834-2000. Begitupun hasil penelitian yang dilakukan oleh Santoso et al. (2017) diperoleh untuk kuat tekan beton rencana 25 MPa kuat tekan terbesar diperoleh berdasarkan SNI 7656:2012, sedangkan untuk kuat tekan rencana 30 MPa dan 35 MPa diperoleh kuat tekan terbesar berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan antara dua standar nasional Indonesia dalam perancangan campuran beton, yaitu SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012. Fokus penelitian meliputi evaluasi proporsi campuran serta pengujian tiga parameter kekuatan beton, yakni kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan yang berharga bagi para praktisi dan peneliti dalam merancang campuran beton yang optimal sesuai dengan standar yang berlaku.

2. RANCANGAN CAMPURAN

Rancangan campuran beton dibuat dengan tujuan untuk mendapat komposisi jumlah material pembentuk beton yakni agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang optimum dan ekonomis, artinya komposisi tersebut memenuhi target kekuatan beton yang disyaratkan dan mempunyai kekuatan, durabilitas, impermeabilitas, kemudahan kerja (*workability*), stabilitas dimensi, dan penampilan yang baik. Berikut ini dijelaskan prosedur perancangan campuran beton sesuai dengan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012.

a. Berdasarkan SNI 03-2834-2000

Metode perancangan campuran beton yang diatur dalam SNI 03-2834-2000 menerapkan sejumlah kriteria dan asumsi dasar sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2000): 1) Penentuan kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}) diperoleh melalui penjumlahan dua komponen utama yakni kuat tekan beton yang direncanakan (f_c) dan nilai standar deviasi (S_r), S_r . Apabila tidak tersedia data maka S_r dapat diambil sebesar 12 MPa, 2) Jenis semen dibedakan terdiri dari: tipe I (*ordinary portland cement*), tipe II (*rapidhardening portland cement*), tipe III (*high early strength cement*), dan tipe IV (*sulphate resisting portland cement*), 3) Perkiraan kadar air bebas dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan, batu pecah atau alami, 4) Gradasi agregat halus mempengaruhi kemampuan kerja dari campuran beton, 5) Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap komposisi campuran beton. Dengan kata lain, variasi dalam ukuran maksimum agregat kasar dianggap tidak memerlukan penyesuaian substansial pada proporsi campuran, 6) Penentuan kadar air menggunakan uji slump sebagai indikator. Dalam proses ini, digunakan campuran hipotesis dengan rasio air-semen (f_{as}) sebesar 0.5 sebagai titik acuan.

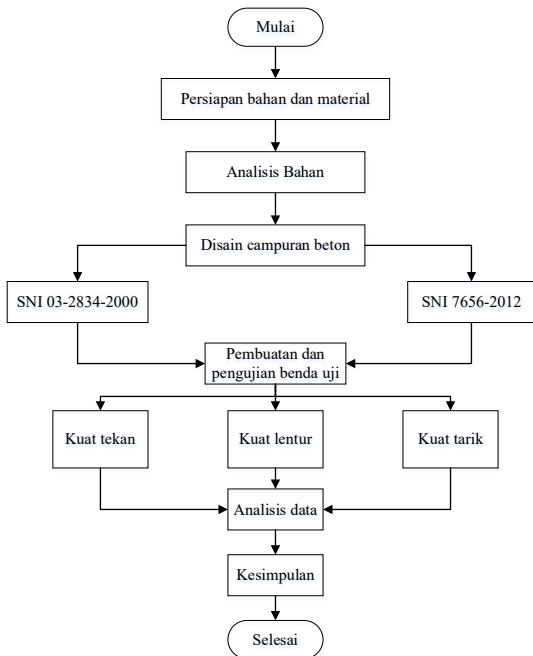
b. Berdasarkan SNI 7656:2012

Asumsi yang digunakan untuk membuat rancangan campuran berdasarkan SNI 1756:2012 adalah sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2012): 1) Tidak membedakan berbagai jenis semen hidrolik maupun agregat, 2) Konsistensi campuran beton yang berkaitan erat dengan kemudahan pengerjaannya (*workability*), terutama dipengaruhi oleh satu faktor dominan, yaitu kadar air bebas dalam campuran.

Tingkat konsistensi ini diukur dan dinyatakan melalui uji slump, 3) Gradasi agregat halus dan ukuran maksimum agregat kasar mempengaruhi rasio jumlah volume curah agregat kasar per kubik beton, 4) tinggi slump yang dianjurkan dipengaruhi oleh Jenis pemadatan yang digunakan, 5) Estimasi volume bahan campuran beton dapat ditentukan melalui estimasi ekivalensi berat atau ekivalensi volume absolut, 6) Metode ini tidak memberikan batasan kadar minimum beton yang dapat digunakan, 7) Metode ini memberikan pengurangan air sebanyak 18 kg/m³ untuk campuran dengan agregat kasar alami/kerikil (Badan Standarisasi Nasional, 2012).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan merancang campuran beton normal dengan mutu, $f'_c = 20$ Mpa, adapun prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahap seperti tampak pada gambar 1 dan dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 1.
Alur Penelitian

- a. Pengambilan sampel agregat, agregat halus dari quarry Naru di Kabupaten Bajawa dan agregat kasar dari dari quarry Nangapenda Kabupaten Ende.
- b. Analisis material agregat halus dan kasar dilakukan dilaboratorium teknologi bahan program studi teknik sipil Universitas Flores. Analisis bahan meliputi pemeriksaan kelembapan, kadar lumpur/kadar air, gradasi, berat jenis, berat volume serta abrasi agregat kasar dan halus.
- c. Membuat rancangan campuran berdasarkan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012,
- d. Membuat benda uji dan test, untuk pengujian kuat tekan, dan tarik belah menggunakan benda uji sampel silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dilakukan pada usia 14 hari dan 28 hari. Pengujian kuat tekan mengikuti prosedur sesuai SNI 1974:2011, dan kuat tarik belah SNI 2491:2014. Sedangkan untuk pengujian kuat lentur menggunakan benda uji balok beton ukuran 150 x 150 x 600 mm, prosedur pengujian sesuai SNI 4431:2011 adapun jumlah benda uji disajikan pada tabel 1.
- e. pengolahan dan analisis data guna menentukan nilai kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur.

Tabel 1
Jumlah benda uji

Metode SNI	Waktu Pengujian (hari)						Jumlah
	14 hari			28 hari			
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Kuat Lentur	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Kuat Lentur	
SNI 03-2834-2000	3	3	2	3	3	2	16
SNI 7656:2012	3	3	2	3	3	2	16
Total							32

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan data hasil uji

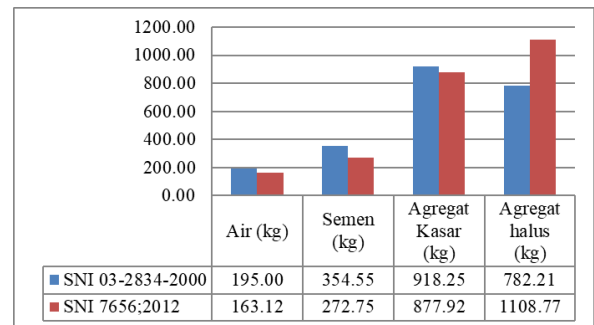
material agregat halus dan kasar terhadap sifat fisik dan mekanisnya. Adapun data hasil analisis laboratorium terhadap agregat halus dan kasar disajikan pada tabel 2.

Tabel 2.
Hasil uji material agregat halus dan kasar

No	Pemeriksaan Agregat	Halus	Kasar
1	Kelembaban	3.75 %	1.81%
2	Kadar Lumpur	3.33 %	0.72%
3	Volume Batas Susut/Bulking	6.67 %	-
4	Berat Isi/Berat Volume	1.83 gram/cm ²	1.29 gram/cm ²
5	Berat Jenis Permukaan (SSD)	2.60	2.60
6	Penyerapan/Kadar Resapan Air	2.46 %	0.49%
7	Keausan/Abrasi	-	19.88%
8	Modulus kehalusan	3.38%	-

Berdasarkan data hasil pengujian sifat fisik dan mekanis agregat halus dan kasar, kemudian dibuat rencana campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012, hasil perkiraan berat campuran per meter kubik (m³) beton untuk mutu beton 20 MPa disajikan pada gambar 2.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa jumlah bahan campuran beton yang direncanakan berdasarkan SNI 7656:2012 yakni agregat halus jumlahnya lebih banyak sedangkan bahan lainnya yakni agregat kasar, semen dan air jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan dengan SNI 03-2834-2000.



Gambar 2.
Perkiraan Berat Campuran $f_c' = 20$ MPa
Untuk 1 m³ beton

4.2. Kuat Tekan, Tarik Belah dan Lentur Beton

Hasil analisis kuat tekan, kuat tarik belah dan lentur disajikan pada tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan,

tarik belah dan lentur beton mutu 20 MPa pada usia 28 hari pada tabel 3, diperoleh nilai kuat tekan, tarik belah dan lentur

rencana sesuai SNI 03-2834-2000 lebih tinggi dari hasil rancangan sesuai SNI 7656;2012.

Tabel 3.
Hasil Analisis Kuat tekan, Kuat tarik belah dan Kuat lentur Beton mutu 20 MPa

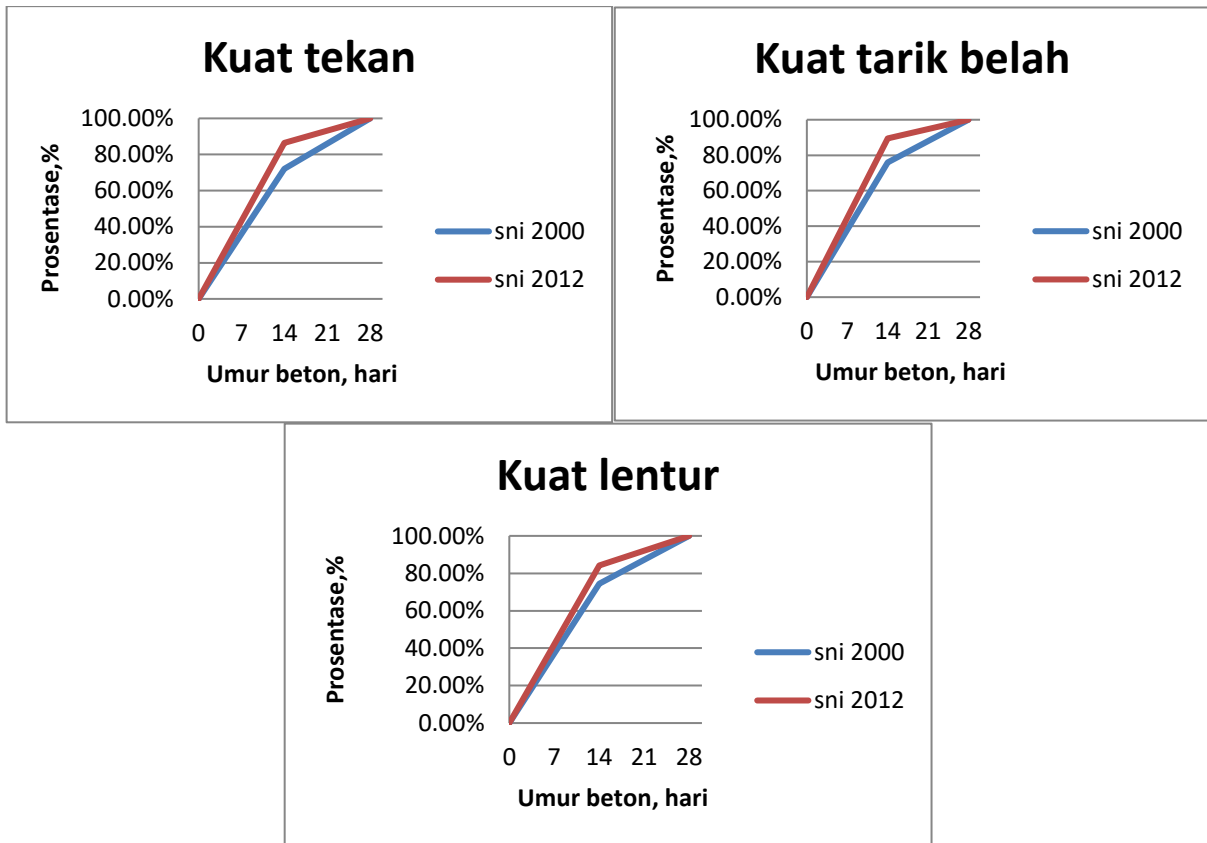
Usia Beton		SNI 03-2834-2000			SNI 7656;2012		
		Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Tekan, (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
14 hari		18.21	1.49	2.81	17.36	1.20	2.67
28 hari		25.29	1.96	3.77	20.10	1.34	3.17
Prosentase	14 hari	72.00%	76.02%	74.54%	86.37%	89.55%	84.23%
	28 hari	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Menurut Sakinah et al. (2022) dan Wulandari & Frieda (2022) kekuatan beton dipengaruhi oleh faktor air semen (*fas*). Diketahui dari gambar 2 diatas jumlah *fas* hasil rancangan berdasarkan SNI 03-2834-2000 sebesar 0.55 lebih kecil dari SNI 7656;2012 sebesar 0.6. Dengan demikian bahwa rasio *fas* mempengaruhi nilai kuat tekan, tarik belah dan lentur beton, dimana semakin kecil nilai *fas* menyebabkan kuat tekan, tarik belah dan lentur beton semakin tinggi.

Pada gambar 2 terlihat bahwa perbandingan jumlah proporsi agregat kasar dan halus dari rancangan beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656;2012 berbeda. Hasil rancangan berdasarkan SNI 03-2834-2000, jumlah proporsi agregat kasar sebesar 918.25 kg atau 54% dari total agregat dan agregat halus sebesar 782.21 kg atau 46% dari total agregat sedangkan hasil rancangan berdasarkan SNI 7656;2012 agregat kasar sebesar 877.92 kg atau 44% dari total agregat dan agregat halus sebesar 1108.77 kg atau 56% dari total agregat. Penelitian ini menemukan bahwa campuran dengan jumlah proporsi agregat kasar yang lebih besar dari agregat halus cenderung menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi, hasil ini sejalan dengan hasil

penelitian yang dilakukan oleh Ahmed et al., (2023); Iqbal Khan et al., (2020) dan Malkawi, (2023) yang menunjukkan bahwa proporsi agregat kasar berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton.

Analisis komparatif terhadap laju perkembangan kekuatan beton yang dirancang menggunakan SNI 7656:2012 dan SNI 03-2834-2000, menunjukkan perbedaan yang signifikan. Gambar 3 memvisualisasikan perbandingan tiga parameter utama yakni kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa metode perancangan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012 menghasilkan laju perkembangan kekuatan yang lebih cepat. Fenomena ini terutama terlihat pada fase awal pengerasan beton, khususnya pada usia 14 hari. Pada titik waktu ini, beton yang dirancang menggunakan SNI 7656:2012 telah mencapai tingkat kekuatan yang cukup tinggi yakni kuat tekan sebesar 86.37%, kuat tarik belah 89.55% dan kuat lentur 84.23% dari kuat rencana. Pencapaian ini mengindikasikan bahwa SNI 7656:2012 mampu menghasilkan beton dengan kinerja awal yang lebih baik dibandingkan pendahulunya, SNI 03-2834-2000.



Gambar 3.
Perkembangan kuat tekan, tarik belah dan lentur

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Jumlah agregat kasar, semen, dan air berdasarkan SNI 7656:2012 lebih sedikit dibandingkan dengan SNI 03-2834-2000, masing-masing lebih rendah sebesar 4,39% untuk agregat kasar, 23,07% untuk semen, dan 16,35% untuk air. Namun, jumlah agregat halus lebih banyak sebesar 41,75%.
2. Rancangan campuran beton untuk kuat tekan rencana 20 MPa berdasarkan SNI 03-2834-2000 menghasilkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur rata-rata lebih tinggi, yaitu 25,82% untuk kuat tekan, 46,27% untuk kuat tarik belah, dan 18,93% untuk kuat lentur dibandingkan dengan SNI 7656:2012.
3. Laju perkembangan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur pada usia beton 14 hari berdasarkan SNI 7656:2012 lebih tinggi dibandingkan SNI 03-2834-2000, dengan peningkatan sebesar 14,37% untuk kuat tekan, 13,53% untuk kuat tarik belah, dan 9,69% untuk kuat lentur.
4. Faktor air semen (*fas*) berpengaruh signifikan terhadap kekuatan beton, semakin rendah *fas* semakin tinggi kekuatan beton.
5. Proporsi campuran agregat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan beton, di mana pada campuran dengan jumlah proporsi agregat kasar yang lebih besar dari agregat halus cenderung menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. M., Nabil, S., AbdAlwahed, K. A., & Elsayed, T. A. (2023). Effect of fine aggregate/coarse aggregate ratio on the fresh and hardened properties of self compacting concrete. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.281>
- Alkhaly, Y. R. (2016). Perbandingan Rancangan Campuran Beton Berdasarkan SNI 03-2834-2000 Dan SNI 7656:2012 Pada Mutu Beton 20 MPa. *Teras Jurnal*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i1.67>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. In *Jakarta*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7656:2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. In *Jakarta*.
- Cunradiana, M., Ndale, F. X., & Suku, Y. L. (2020). Pengaruh Penggunaan Tepung Bata Ringan Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton. *Teknosiar*, 14(1), 20–27. <https://doi.org/10.37478/teknosiar.v14i1.1132>
- Fansuri, S., & Diana, A. I. N. (2021). Fakultas teknik universitas wiraraja sumenep - madura. *Jurnal "MITSU" Media Informasi Teknik Sipil*, 9(1), 1–8.
- Hunggurami, E., Bolla, M. E., & Messakh, P. (2017). Perbandingan Disain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 DAN SNI 7656:2012. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 165–172.
- Iqbal Khan, M., Abbass, W., Alrubaidi, M., & Alqahtani, F. K. (2020). Optimization of the Fine to Coarse Aggregate Ratio for the Workability and Mechanical Properties of High Strength Steel Fiber Reinforced Concretes. *Materials*, 13(22), 5202. <https://doi.org/10.3390/ma13225202>
- Kuntari, H. D., Lingga, A. A., & Supriyadi, A. (2019). Analisis Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656 : 2012 dengan Kuat Tekan 30 Mpa. *Jurnal Elektronik Laut, Sipil, Tambang (JeLAST)*, 2(1). <https://jurnal.umm.ac.id/index.php/jssh/article/view/1247>
- Malkawi, A. B. (2023). Effect of Aggregate on the Performance of Fly-Ash-Based Geopolymer Concrete. *Buildings*, 13(3), 769. <https://doi.org/10.3390/buildings13030769>
- Sakinah, N., Yanti, G., & Megasari, S. W. (2022). Korelasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Pervious Concrete. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 10(1), 53–62. <https://doi.org/10.24929/ft.v10i1.1249>
- Santoso, A., Darmono, D., Ma'arif, F., & H, S. (2017). Studi Perbandingan Rancang Campur Beton Normal Menurut Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656:2012. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(2), 105–115. <https://doi.org/10.21831/inersia.v13i2.17174>
- Sukardi, F., Usamah, M., & Hermanto, J. (2022). Studi Rancangan Campuran Beton Mutu K-300 Menurut SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656 : 2012. *Jurnal Sains, Sosial Dan Humaniora (Jssh)*, 2(1), 142–145. <https://doi.org/10.52046/jssh.v2i1.1247>
- Wulandari, A., & Frieda, F. (2022). Pengaruh Variasi Fas Dan Kadar Semen Pada Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Kahayan Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2), 80.

<https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6411>
 Yang, H., Tan, H., Lu, J., Yang, X., Gao, J.,
 & Liu, J. (2024). Mechanical and
 Microstructural Properties of
 Polypropylene Fiber-Reinforced
 Concretes Exposed to Low-
 Temperature Curing. *Arabian Journal
 for Science and Engineering*.
<https://doi.org/10.1007/s13369-024-08984-w>



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Halaman ini sengaja di kosongkan